

## ⑭ 公開特許公報 (A) 平1-320345

⑤ Int. Cl.

F 16 F 13/00  
E 04 B 1/36  
E 04 H 9/02

識別記号

331

庁内整理番号

6581-3J  
N-7121-2E  
P-7121-2E  
Z-7606-2E

⑬ 公開 平成1年(1989)12月26日

⑭ 発明の名称 免震装置

⑫ 特願 昭63-154169

⑬ 出願 昭63(1988)6月22日

⑭ 発明者 関根 勝久 沢城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

⑭ 出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑭ 代理人 弁理士 本多 小平 外1名

## 明細書

## 1. 発明の名称

免震装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 互いに平行に対向する上部フランジおよび下部フランジと、上部および下部が夫々前記上部フランジおよび下部フランジに固定された1つ又は複数個のコイルバネと、軸線方向に伸縮可能な粘性ダンパであって、その軸線を上記コイルバネの軸線と平行にして前記コイルバネのコイルの内側に夫々配置され且つ上端部および下端部が夫々前記上部ランジおよび下部ランジに自在継手により連結されている粘性ダンパとかなり、前記両フランジ面の法線に対して前記コイルバネおよび粘性ダンパの軸線が平行または傾斜していることを特徴とする免震装置。

2. 前記粘性ダンパは同心円筒と該同心円筒間に充填された粘性体とかなる請求項1記載の免震装置。

3. 前記コイルバネおよび該コイルバネのコイル内側に配置された粘性ダンパの組が、前記両フランジの法線方向から見て円周上に複数個配置されている請求項1又は2記載の免震装置。

4. 前記の複数個の組で囲まれた中央域には、上部および下部が前記上部フランジおよび下部フランジに夫々固定されたコイルバネ、上端部および下端部が前記上部フランジおよび下部フランジに自在継手により連結された粘性ダンパ、またはその両者（但し粘性ダンパはコイルバネの内側にある）を、その軸線が前記両フランジ面の法線方向にあるように、配置した請求項3記載の免震装置。

5. 前記両フランジの少くとも一方のフランジの反対側の面に滑り板を設けた請求項1, 2, 3又は4記載の免震装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 【産業上の利用分野】

本発明は免震装置に係り、特に3次元免震装置として設置スペースをコンパクトにでき、かつ、

大地震時ほど大きな減衰力が得られる免震装置に関する。

#### 〔従来の技術〕

本発明に比較的近い免震装置の公知例として、オイレス工業株式会社のカタログ、オイレス粘性ダンパ、バイブロック、に記載されているTASタイプがある。以下、第3図を参照して、このTASタイプについて述べる。

このTASタイプは、バネ1、外筒2、内筒3、外筒2に固着されたスライディングプレート4、ベースプレート5、ベースプレート5に固着されたケーシング8、ケーシング8に固着されたリング筒8'、外筒2に固着された円板2'、ケーシング8と円板2'との間のゴムシール9、内筒3に固定された上部フランジ6およびカバー6'、ケーシング8内及び内筒3、外筒2内の粘性体7より構成されている。バネ1は上部フランジ6とスライディングプレート4との間に設置されている。バネ1により上部フランジ6にかかる軸方向(鉛直方向)の荷重を負担し、内筒3と外筒2の

間の粘性体により鉛直方向の減衰力を確保し、スライディングプレート4とベースプレート5との間の粘性体により水平方向の減衰力を確保するものである。

このように、本公知例は、内筒、外筒、スライディングプレート、ベースプレート、粘性体の組合せで、3次元方向の減衰力を確保するものであるが、荷重支持能力は鉛直方向のみに有している。荷重支持能力が鉛直方向のみに限定されているのは、バネ1の下端がスライディングプレート4に取りつけられており上部フランジの水平荷重をベースプレートに伝達できないためであるが、この点は前記のようなバネとダンパを併置(並列設置)することにより、あるいは、スライディングプレートとベースプレートの間をバネで結ぶ等により解決できる。

本公知例においては、バネ1の内側には粘性体7が充填されているけれども、必要な減衰力は上記の如く、内筒と外筒との間及びスライディングプレートとベースプレートとの間の粘性体にて得

るもので、バネ1の内側のスペースは有効活用されていない。しかしながら、スペースの有効活用の観点から、内筒及び外筒をバネ1の内側に設置することは可能である。その場合、鉛直方向のダンパに関しては、内筒及び外筒の直径が小さくなり、それに応じて粘性減衰に有効なせん断面積が減少するが、これは内筒及び外筒を多重とすることにより解決される。

スライディングプレートとベースプレート及びそれら両者の間の粘性体で構成される水平方向のダンパについても、これをバネ1の内側に設置できれば、構造が非常にコンパクトになり、据付スペースの節約が図れるが、鉛直方向ダンパと違って、構造上その実現は困難である。それは、第3図に示したクリアランスCのためである。このことについて説明すると、スライディングプレートとベースプレートの間のすきま及び対向面積が水平方向減衰力を決定する要因であり、これらについては、例えば、上述の如く鉛直方向ダンパで内筒及び外筒をバネ1の内側に設置する場合と同様

に、スライディングプレート及びベースプレートを多重にすることで解決できるが、クリアランスCは、減衰能力とは別に許容変位量により決定されているため、無制限に小さくすることは不可能で、そのため、水平ダンパ平面寸法をバネ1以下にすることは困難である。

第4図は、平面寸法を小さくすることを意図して設計された水平方向粘性ダンパの公知例である。スライディングプレート4およびベースプレート5は多重として、水平方向減衰力を効果的に得られるようになっているが、許容変形量の制限から、半径方向内側と外側に、それぞれクリアランスCを設けてある。このため少くとも必要クリアランスすなわち許容変形量の4倍の寸法が、減衰能力と無関係にダンパ平面寸法として必要でスペース効率をあまり良くすることはできない。特に、相対的に大きな減衰力を要求されない場合には、ダンパの平面寸法は、主としてクリアランスで決定され、ダンパとしてのスペース効率は著しく低下する。

## 【発明が解決しようとする課題】

上記のように従来技術では、水平方向に有効なダンパについて、平面寸法を小さくすることができます、免震装置全体としての平面寸法がバネの寸法より大きくなり、その分だけ広い設置ベースが必要であるという問題があった。

具体的に云えば、従来技術では水平方向ダンパとして、平板を水平対向させ間に粘性体を充填するという構成のダンパを用いているため、減衰能力を確保するために必要な水平対向平板（前述のスライディングプレート及びベースプレート）そのものの寸法の他に、ダンパに要求される許容変位量に見合うだけのクリアランスが平面寸法として必要であり、ダンパの小型化のために水平対向平板を多重（多層）にした場合でも、少くとも許容変位量の4倍の寸法がダンパの平面寸法として要求される。

本発明は、上記に鑑み、水平対向平板と粘性体という構成のダンパを用いることなく、平面寸法がバネの寸法よりも小さいダンパを用い、かつ、

粘性ダンパは地震時にその伸縮運動が生じることにより、鉛直方向にも水平方向にも減衰力を発生する。これら、バネとダンパの働きにより、地震のエネルギーを吸収し、かつ地震終了後は上部構造物を元の位置に復帰させる。

## 【実施例】

第1図は、本発明の1実施例の免震装置を示すものである。

本免震装置は、バネ1、外筒2と内筒3（本例では夫々多重筒）、上部フランジ6、下部フランジ9、自在継手10、11、および粘性体7などで構成されている。

バネ1は、上部を上部フランジ6に固定され、下部を下部フランジ9に固定されている。バネ1の内側には、外筒2と内筒3とその間に入り込んでいる粘性体7とで構成される粘性ダンパが設置され、外筒2は下部フランジ9に、内筒3は上部フランジ6に、それぞれ自在継手（本実施例ではボールジョイント）10及び11を介して取りつけられている。本実施例は、バネの内側のスペー

そのダンパをバネの内側に設置することで小型化を図った免震装置を提供することを目的とするものである。

## 【課題を解決するための手段】

本発明の免震装置は、互いに平行に対向する上部フランジおよび下部フランジと、上部および下部が夫々前記上部フランジおよび下部フランジに固定された1つ又は複数個のコイルバネと、軸線方向に伸縮可能な粘性ダンパであって、その軸線を上記コイルバネの軸線と平行にして前記コイルバネのコイルの内側に夫々配置され且つ上端部および下端部が夫々前記上部ランジおよび下部ランジに自在継手により連結されている粘性ダンパとからなり、前記両フランジ面の法線に対して前記コイルバネおよび粘性ダンパの軸線が平行または傾斜していることを特徴とする。

## 【作用】

本発明の免震装置において、コイルバネは、上部構造物の重量の他、地震時に上部構造物が受けける地震荷重も負担し、地震時の復元力を発生する。

スに粘性ダンパを設置することにより免震装置全体としての小型化を図るものであり、設計例に基づき量的な説明をする。

まず、本実施例のバネ1は、線径約100mm、コイル径（コイル線中心の間の直径）約400mm、有効巻数約5巻、高さ約700mm、となっており、定格荷重約20トン、上下方向固有振動数約2Hz、水平方向固有振動数約2Hzを目標に設定されたものである。バネ1の内側のスペースは直径300mmの円筒状であり、その高さは、上部及び下部フランジの設計によりある程度自由に選定できる。

バネ1の内側の粘性ダンパは、上下方向減衰定数が30%程度となるように設計したもので、以下その詳細を述べる。

まず、上下方向の許容変位量を100mmと設定すると、固有振動数が2Hzであるから、応答の速度は最大で、

$$v_r = 0.1 \times 2 \pi \times 2 = 1.3 \text{m/s}$$

である。上下方向減衰力は、

$$F_r = 2 M \omega h v_r$$

$$\begin{aligned}
 M & ; \text{荷重} (20 \times 10^3 \text{kg}) \\
 \omega & ; \text{角振動数} \\
 h & ; \text{減衰定数}(0.3) \\
 v & ; \text{速度}(1.3 \text{m/s}) \\
 & = 2 \times 20 \times 10^3 \times 2 \pi \times 2 \times 0.3 \times 1.3 \\
 & = 1.96 \times 10^5 \text{N}
 \end{aligned}$$

となる。ここで、粘性ダンバの設計式として下記の式を用いて、必要せん断面積を求める。

$$\begin{aligned}
 F & = 0.59 e^{-0.003t} \cdot S \cdot \left(\frac{v}{d}\right)^{0.5} \\
 F & ; \text{減衰力 (kg)} \\
 t & ; \text{温度 (°C)} \\
 S & ; \text{粘性せん断面積 (cm}^2\text{)} \\
 v & ; \text{速度 (cm/s)} \\
 d & ; \text{面間距離 (cm)} \\
 & (\text{以上、オイレス工業(株)のカタログ} \\
 & \text{より})
 \end{aligned}$$

$$S = \frac{1.96 \times 10^4}{0.59 \times e^{-0.003 \times 20} \times \left(\frac{130}{0.5}\right)^{0.5}}$$

$$\begin{aligned}
 F_{n'} & = 0.59 e^{-0.003t} \cdot S \cdot \left(\frac{v_{n'}}{d}\right)^{0.5} \\
 & = 0.59 \times e^{-0.003 \times 20} \times 4800 \times \left(\frac{40}{0.5}\right)^{0.5} \\
 & = 1.1 \times 10^4 \text{kg} \\
 & \approx 1.1 \times 10^5 \text{N}
 \end{aligned}$$

となり、上下方向減衰力( $1.96 \times 10^5 \text{N}$ )の約1/2である。

これに対して、従来技術の如く、水平方向平板により水平方向ダンバを構成しようとすると、上記と同じ条件、すなわち最大変位200mmに対し減衰力 $1.1 \times 10^4 \text{kg}$ を確保するためには、

$$\begin{aligned}
 S' & = \frac{1.1 \times 10^4}{0.59 \times e^{-0.003 \times 20} \times \left(\frac{260}{0.5}\right)^{0.5}} \\
 & = 1.9 \times 10^3 \text{cm}^2
 \end{aligned}$$

の粘性せん断面積が必要である。これを1組の水平対向平板で実現するには、

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 1.9 \times 10^3}{\pi}} = 50 \text{cm}$$

$$\approx 4800 \text{cm}^2$$

バネの内側に設置するため、ダンバ部材である円筒の直径を20cm、高さを30cmと設定すると、せん断面積は、

$$20 \times \pi \times 30 \approx 1800 \text{cm}^2$$

従って、円筒を3重( $4800/1800 \approx 2.7 < 3$ )にすれば充分なせん断面積を確保できる。

次に、水平方向の減衰について述べる。水平方向には、バネのコイル径の1/2を目安として200mmを許容変形量として設定する。すると、固有振動数が2Hzであるから、応答の最大速度は

$$v_n = 0.2 \times 2 \pi \times 2 = 2.5 \text{m/s}$$

となり、上記の200mmの変位が生じたときに、ダンバ部材である内外円筒間に、その軸方向に

$$\sqrt{700 + 200} - 700 \approx 30 \text{mm}$$

の変位が生じ、相対速度としては、

$$v_{n'} = v_n \times \frac{30}{200} = 0.4 \text{m/s}$$

である。従って、前述の粘性ダンバの設計式を用いて減衰力を求めると、

であるから、直径50cmの平板が必要である。また、水平対向平板を多層、例えば、10層にしたとすると、

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 1.9 \times 10^3}{\pi} + 40^2} \approx 46 \text{cm}$$

程度で済むが、ダンバとしての必要寸法は、この他に少くとも最大変位の2倍(水平対向平板の両側)すなわち40cmが要求され、バネの内側に設置することは不可能である。

次に、減衰力の変位依存性について述べる。本実施例の粘性ダンバは、水平変位をダンバ円筒部材の軸方向相対変位に変換して水平方向減衰力を得るようになっているため、上部フランジと下部フランジの間の相対速度が一定であっても、変位が大きいほどダンバ部材の軸方向相対変位は大きく、従って大きな減衰力が得られる。

第2図は、本発明の他の実施例である。これは第1図に示した免震装置を、軸線を鉛直軸より傾けて複数個設置したもので、傾けることにより力学特性が方向性を有するため、それを打ち消す目

的で、第1図の実施例を1単位として合計8単位のバネ及びダンパを同一円周上に図示Aのように配置し、全体を1つの免震装置としたものである。各バネ1の上部および下部は上部フランジ6および下部フランジ9に夫々傾斜して固定されており、且つ、各バネ1の内側には内筒、外筒および粘性体よりなるダンパがバネ1と同じ傾斜で配置され、該ダンパの上部および下部は上部フランジ6および下部フランジ9に夫々自在ねじで連結されている。但し、第2図ではこれらダンパの図示は省略した。このように傾けることにより、水平方向の減衰力を増加させることができる。

本実施例について、具体的に、前述の第1図の構成要素を例に、減衰力を評価すると次の通りである。

本実施例のダンパは、前述の如く、内外円筒の軸方向相対変位（厳密には相対速度）に応じて減衰力を発生する。ところで、上記構成要素の軸線を鉛直軸より角度 $\theta$ だけ傾けた場合を考えると、上部フランジと下部フランジ間の距離Lに応じて、

に低下する。言い換えると、上下方向減衰力を6%だけ低下させれば、水平方向減衰力を約2倍にできるわけである。

次に、免震装置全体としてのスペース効率について述べる。第2図の実施例は平面寸法2m×2mであり、載荷能力20トンのバネを8本使用しているが、前述の如く、バネを鉛直軸に対して傾けてあるため、 $\cos 20^\circ \approx 0.94 \Rightarrow 94\%$ に載荷能力が低下している。したがって、単位据付面積あたりの載荷荷重は

$$\frac{20 \times 8 \times 0.94}{2^2} \approx 38 \text{トン}/\text{m}^2$$

これに対して、第3図の如き公知例の場合、第1図を用いて説明したように計算すると、同等の減衰力を得るためにダンパの平面寸法は、ダンパとしての水平対向平板が約70cm、その両側のクリアランスが40cmで、合計110cm必要である。載荷能力は20トンであるから、単位据付面積あたりの載荷荷重は、

上部フランジと下部フランジは互いに水平方向にL sin $\theta$ だけずれることになる。傾き角 $\theta$ を例えば $20^\circ$ とすると、このずれ量は約200mmとなり、従って、上部フランジと下部フランジの間に水平変位 $\delta_h = 200\text{mm}$ が生じた場合には、もともとのずれ量と合わせて、合計400mm水平変位が生ずるわけで、それによる内外円筒の軸方向変位は、

$$\sqrt{700^2 + 400^2} - 700 \approx 100\text{mm}$$

であり、もともと200mm変化していた分、すなわち

$$\sqrt{700^2 + 200^2} - 700 \approx 30\text{mm}$$

を差し引くと70mmが実質の内外円筒の軸方向相対変位である。これは、傾き角 $20^\circ$ の第1図の実施例の場合に比べて約2倍の値であり、減衰力が約2倍得られることを示している。

次に、上下方向の減衰力について考える。水平方向と同様に、上部フランジと下部フランジの間に100mmの鉛直方向相対変位が生じたときのダンパ部材の内外円筒の相対変位を考えると、概略 $100 \cdot \cos 20^\circ \approx 94\text{mm}$ となり、従って減衰力も94%

$$\frac{20}{1.1^2} \approx 1.7 \text{トン}/\text{m}^2$$

である。

また、第4図の如く水平対向平板を多層にした場合、例えば10層とすると、やはり第1図を用いて述べたように計算すると、ダンパとしての水平対向平板が46cm、クリアランスが40cmで、合計86cmであるから、単位据付面積あたりの載荷荷重は

$$\frac{20}{0.86^2} \approx 2.7 \text{トン}/\text{m}^2$$

である。

以上のように、本実施例によれば、従来のものよりも4割以上スペース効率が良い。また、バネとダンパを並置する場合と較べれば、さらにスペース効率が向上していることは明らかである。

なお、第2図の実施例において、中央部Mに、鉛直方向に配置された且つ上部および下部が上部フランジ6および下部フランジ9に固定されたコイルバネを追加するとさらに荷重載荷能力は向上

する。また、第2図の実施例において、中央部Mに、鉛直方向に配置され且つ上下端部が自在継手で上下のフランジ6, 9に連結された同様な構造の粘性ダンパを追加すると減衰能力が向上する。あるいは、そのようなコイルバネおよび粘性ダンパの両者（該コイルバネの内側に該粘性ダンパを設ける）を中心部Mに追加してもよい。

第2図に示した実施例の免震装置は、順次の各バネ1の傾き方向を同じに配置した場合、鉛直荷重を受けたとき回転性が生ずるが、このような免震装置を建屋または機器の下面に複数個配置すれば、基礎または床に対する建屋または機器の回転は生じないようにすることができる。

なお、コイルバネおよびその内側のダンパを鉛直に設けた第1図の実施例において、これらを一単位として、複数単位を上部フランジおよび下部フランジ間に並列設置して一つの免震装置とした実施例も可能である。

また、傾斜して設けたコイルバネおよびその内側のダンパを一単位として、その複数単位を第2

図の如く上部および下部フランジ間に並列設置する代りに、一単位のみを上部フランジおよび下部フランジ間に設置して一つの免震装置とした実施例も可能である。そのような免震装置は力学的方向性を持つので、建屋や機器の使用に際しては、これを打ち消すように該免震装置を複数個配置して用いるのがよい。

以上の実施例を建屋あるいは機器の免震装置として用いる場合、下部フランジを基礎あるいは床に固定し、上部フランジを建屋下面あるいは機器下面に固定するのが普通であるが、上部フランジと建屋下面あるいは機器下面を固定しないということも考えられる。具体的には、上部フランジ上面に例えばテフロン（商品名）の板を取りつけ、建屋下面あるいは機器下面に例えばステンレス板を取りつけ、建屋あるいは機器を、テフロンとステンレスを対向させて、上部フランジの上に置く。このようにしておくと、水平方向の地震応答が、テフロンとステンレスとの間の摩擦係数に相当する程度を越えないようにすることができる。つま

り、例えば摩擦係数を0.2とすると、建屋あるいは機器の地震応答が0.2g（gは重力加速度）を僅かでも越えると、建屋あるいは機器は滑ってしまい、それ以上地震のエネルギーが入力されることなく、したがって、地震応答は最大0.2g程度に制限される。

#### 【発明の効果】

本発明によれば、コイルバネの内側にダンパを設置したため免震装置の小型化が可能になる。しかも、上部構造物の重量のみならず地震荷重をも負担し復元力を發揮すると共に、鉛直方向および水平方向のいずれにも所要の減衰力を発生することができる。さらに、バネとダンパを別々に設置するものに較べれば据付工数低減が図れる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の縦断面図。

第2図(a), (b), (c)は本発明の他の実施例の大々上面図(半分)、側面図および下面図(半分)。

第3図は公知例の防振器の縦断面図。

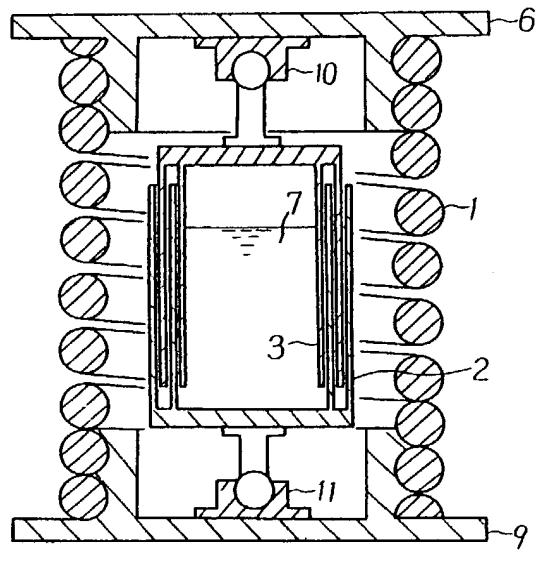
第4図は公知例の粘性ダンパの縦断面図である。

1 … コイルバネ	2 … 外筒
3 … 内筒	
4 … スライディングプレート	
5 … ベースプレート	6 … 上部フランジ
7 … 粘性体	9 … 下部フランジ
10, 11 … 自在継手	

代理人 本多小平 

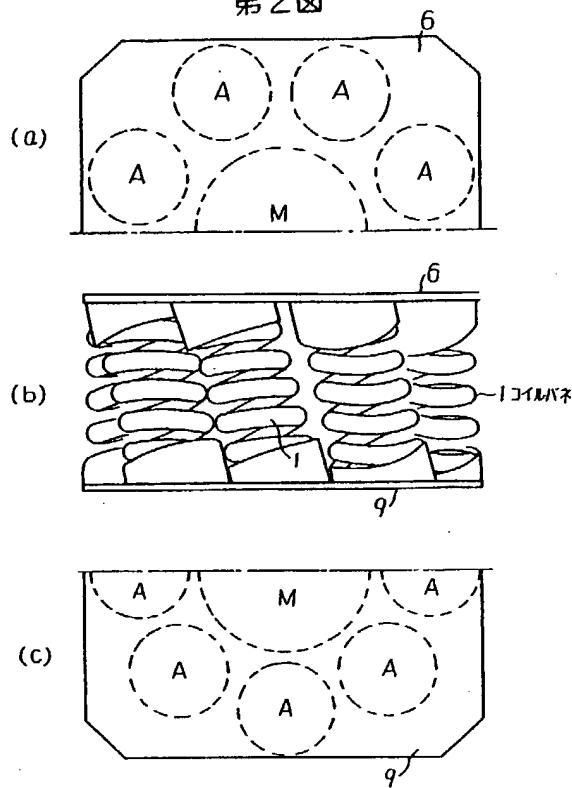
谷浩太郎 

第1図

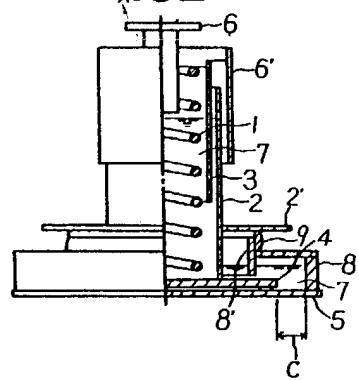


1…バネ  
2…外筒  
3…内筒  
7…粘性体

第2図



第3図



第4図

